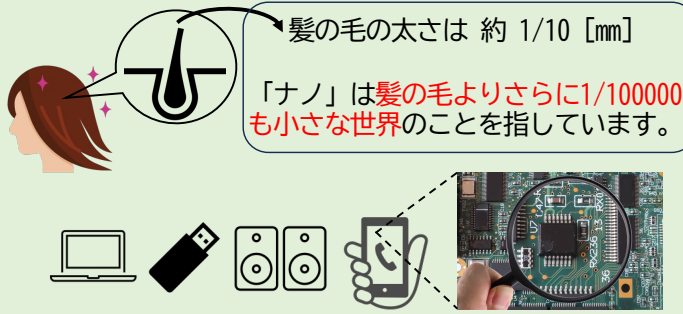


ナノ磁性・スピン物性研究室 (J-lab) ～ナノスケールの世界で新物質を探る～

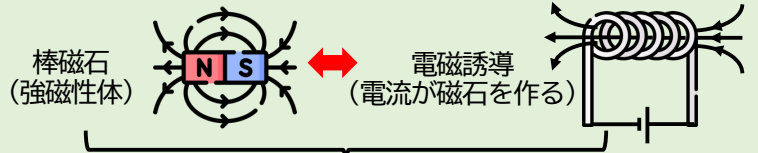
🔍 そもそもナノって何？



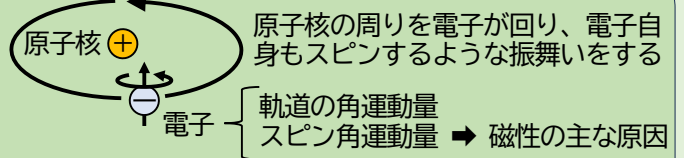
- ▶ 小型で高性能な電化製品は、半導体素子をはじめとするナノスケールで機能する様々な物質によって支えられています。
- ▶ J研究室では強磁性体・強誘電体など様々な物質をナノスケールで組み合わせて、今までにない物質や現象を探索します。

🔍 強磁性体とは？

磁場をかけなくても
磁石の性質を持つ物質
(代表例: Fe, Co, Ni)



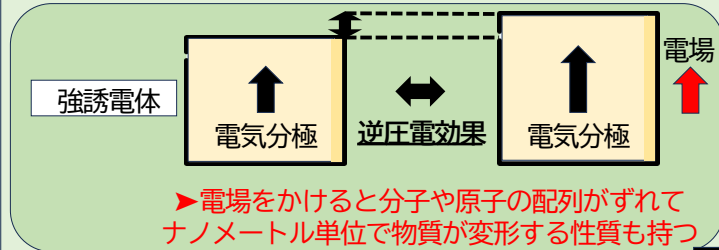
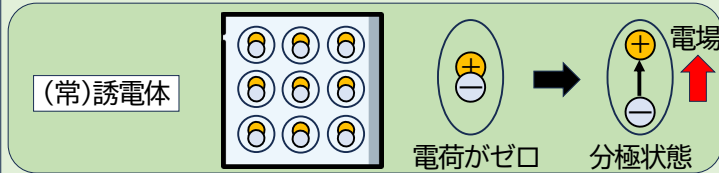
磁石の起源 (ミクロな視点)



- ▶ 強磁性体は隣の電子同士でスピンの向きが揃う (量子力学的な効果)

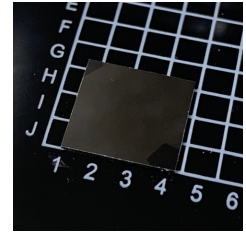
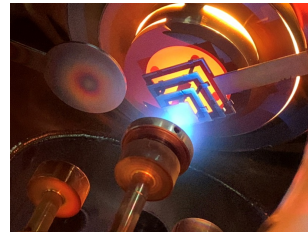
🔍 強誘電体とは？

電場をかけなくても
分極する物質
(代表例: BaTiO₃, Pb(Zr, Ti)O₃)



- ▶ 電場をかけると分子や原子の配列がずれてナノメートル単位で物質が変形する性質も持つ

🔍 どうやってナノ物質を作るの？



人工多層膜の一例

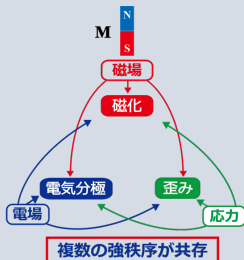
強磁性体
金属
強磁性体
強誘電体基板

- ▶ 物質は実際にはナノスケールの薄い膜として作製します。いろいろな薄膜成長方法がありますが、例えば上図の「パルスレーザー堆積法」では、高出力のレーザーを物質に照射し、発生したプラズマを基板に堆積させることで薄膜を作ることが可能となります。

- ▶ 途中で物質を切り替えることで、様々な種類の薄膜を人工的に接合させることができます。これにより多種多様な物質間の相互作用を発現させて、新物質・新現象を開拓します。

🔍 最近の注目トピックスを教えて！

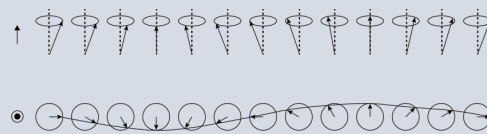
マルチフェロイクス



- ▶ ひとつの物質のなかでも、2つ以上の強秩序(例: 強磁性+強誘電性)が共存した物質をマルチフェロイクスと呼びます。このような物質では、電場をかけて磁性を操作したり、逆に磁場をかけて分極を操作したりすることができます。

- ▶ 電場は磁場より低電力で生成できるので、磁性体を用いた省エネルギーエレクトロニクス(スピントロニクス)デバイスへの応用が期待できます。

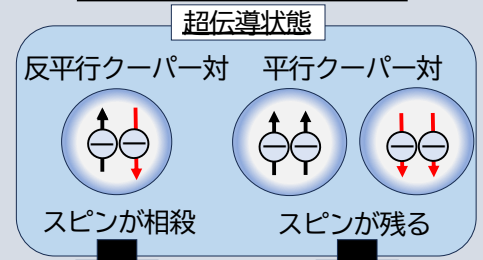
マグノニクス



- ▶ 磁性体の中には、電子が持つスピンによって生じる磁気モーメントと呼ばれる無数の小さな磁石があります。普通、スピンの向きは揃っていますが、このスピンの向きがずれると、そのずれがドミノ倒しのようには波として伝わります。これをスピン波と呼びます。

- ▶ このスピン波は電流と異なり、熱をほとんど発生させません。この性質を利用して、超低消費電力で高速に情報を処理する次世代のコンピューターなどの新しい電子デバイスを作る研究が進められています。

超伝導スピントロニクス



磁性体との相性

磁性体との相性

- ▶ 電気抵抗がゼロの超伝導状態では2つの電子が「クーパー対」というペアを組みます。その際、2つの電子のスピンの向きが反平行になって相殺される場合がほとんどですが、特殊な環境下ではスピンの向きが平行に配列したクーパー対を作りスピンの向きが残ります。

- ▶ 平行スピンクーパー対は強磁性体との相性が高く、超伝導体と強磁性体の融合で新たな機能創出を目指す「超伝導スピントロニクス」という分野が注目されています。